

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribución no comercial.

AÑO DE ELABORACIÓN: 2017

TÍTULO: Instrumentación del modelo físico de golpe de ariete instalado en el laboratorio de hidráulica de la universidad católica de colombia.

AUTOR (ES): CHITIVA TINJACA, Edwin Alexander y TRUJILLO SOSA, Paula Alejandra.

DIRECTOR/ASESOR: GONZÁLEZ MENDEZ, Alex Mauricio y DE PLAZA SOLÁRZANO Juan Sebastián.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: **TABLAS:** **CUADROS:** **FIGURAS:** **ANEXOS:**

Se escriben cuántas páginas, tablas, cuadros, figuras y anexos, cuando aplique.

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. MARCO REFERENCIAL
3. METODOLOGIA
4. RESULTADOS
5. CONCLUSIONES
6. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

Vigilada Mineducación

RIUCaC

DESCRIPCIÓN: El golpe de ariete es denominado como un choque violento producido al interior de las paredes de una tubería, este efecto se produce por cambios bruscos de flujo. En el caso de los suministros hidrosanitarios, se han evidenciado sobrepresiones y depresiones generadas por el cierre de las válvulas, que puede ser ocasionado por cierres rápidos o lentos.

Con el fin de mitigar el efecto del golpe de ariete en tuberías, se realizó la actualización del modelo físico del golpe de ariete instalado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Católica de Colombia para obtener una mayor precisión en cuanto al registro de presiones a la hora de poner en marcha el modelo. Para cumplir con este objetivo se realizó el cambio de los manómetros de glicerina existentes por transductores de presión.

Con el nuevo modelo se pretende encontrar las longitudes mínimas requeridas para la instalación de las cámaras de aire en aparatos sanitarios, esta longitud se estimó de acuerdo al análisis de los datos registrados en las pruebas realizadas en el laboratorio con el modelo actualizado, se realizaron pruebas con diferentes condiciones en cuanto a longitudes de tubería, cierres rápidos y lentos de las válvulas.

METODOLOGÍA: Se procedió a ejecutar la actualización del modelo físico para posteriormente realizar las pruebas necesarias, registrar los datos a analizar en diferentes condiciones y estimar la longitud mínima de la cámara de aire recomendada en la instalación de aparatos sanitarios.

Para la actualización de este modelo se utilizó, tubería y accesorios de PVC, se utilizó este material ya que en las instalaciones hidrosanitarias es usado para realizar todo tipo de instalación, así mismo las Tuberías PVC resisten golpes que irremediablemente romperían las tuberías convencionales.

Para la instalación de los transductores de presión se realizaron instalaciones eléctricas y sistemas de programación para realizar la calibración, ajustar el tipo de fluido que se manejaría en el modelo y establecer las unidades de medición. Este procedimiento se llevó a cabo con la colaboración del Ingeniero Electrónico Jonathan Sossa de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Para dar inicio a la toma de datos, se probó el modelo de tal forma que se identificaran las fallas en cuanto a calibración de los transductores o escapes de agua en la tubería modificada. Se realizaron cinco pruebas con seis longitudes de



tubería diferentes, así se evidenció el cambio de presiones y las condiciones en las que el golpe de ariete se disipaba o se evidenciaba con más brusquedad en el modelo.

PALABRAS CLAVES: APARATOS SANITARIOS, CÁMARA DE AIRE, GOLPE DE ARIETE, INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, ONDA DE CELERIDAD.

CONCLUSIONES:

- La instrumentación del modelo físico se llevó a cabo con dos transductores de presión con una precisión del 0,02% brindando una menor incertidumbre en los datos obtenidos en los ensayos realizados. Al poner en marcha el modelo en las diferentes condiciones a analizar, se comprobó que el funcionamiento del modelo es óptimo y eficaz, ya que la tecnología de los transductores de presión facilitaron la lectura de las presiones al tener instalado un panel digital que permite reflejar no solo los datos puntuales en cada condición adoptada sino también la velocidad en la que desacelera la onda de celeridad mostrando la variación de presión hasta llegar al punto cero. Otra de las ventajas de los transductores y tal vez una de las más significativas para la lectura de las presiones es que los transductores pueden identificar el tipo de fluido con el que se está trabajando y mide presiones positivas o negativas en diferentes unidades de medida proporcionando facilidad al registrar los datos en las condiciones que se requirieran directamente sin necesidad de realizar conversiones, como es en nuestro caso presiones registradas en Psi. Los transductores de presión permiten mantener calibrado en cero el modelo de esta forma los datos generados tendrán un menor % de error brindando una mayor confiabilidad.
- La actualización del modelo físico se realizó con el fin de generar una mayor precisión en cuanto a las presiones obtenidas, tuvimos la oportunidad de comparar las presiones del transductor n°2 con un manómetro de glicerina que se instaló al lado del transductor para corroborar que las presiones del transductor a pesar de ser negativas eran las presiones correctas. La diferencia de estas presiones eran hasta de 5 psi, siendo la presión del transductor una presión mayor a la del manómetro, probamos con esta comparación que el transductor registraba las presiones con números decimales y que en el manómetro de glicerina es imposible de leer con exactitud las presiones, específicamente porque



los testigos que marcan las lecturas en los manómetros de glicerina no dejan la referencia del punto en el que se debe realizar la lectura sino que salta de un dato a otro bruscamente, por lo tanto, no eran confiables los datos que se registraban en los ensayos realizados anteriormente. Estos manómetros al efectuar varios ensayos y generarse el golpe de ariete sufrían daños en la calibración del aparato, daño que no se presenta en los transductores de presión ya que los sensores que tiene instalados soportan este tipo de fenómenos y no se ve afectada la precisión en las presiones ni la calibración de los mismos.

- El modelo físico fue actualizado también con un nuevo trazado en la tubería de PVC, evitando que sufra daños a futuro, ya que el trazado anterior obstaculizaba el paso de las personas que realizan el ensayo, presentándose choques bruscos contra la tubería y generando desprendimiento de la misma. El nuevo trazado no cambia las condiciones de trabajo, se realizó por cuestiones de estética y de seguridad del modelo en el laboratorio.
- La oscilación de presión más crítica se presentó en la condición de menor distancia de cierre de la válvula y en el tiempo más corto en el que se acciona el cierre, esta presión oscila entre 70 a 120 psi registrada en el transductor n°2. Las oscilaciones de presiones registradas en los diferentes ensayos que se realizaron pueden tener diferencias de presión hasta de 15 psi comparando la presión del transductor n°1 con el transductor n°2. Se compararon las presiones de los ensayos realizados con los manómetros de glicerina y las presiones difieren hasta en 5 psi ya que las presiones tomadas con los manómetros son inferiores a las registradas en los traductores, a pesar de tener valores cercanos las oscilaciones de presiones se pueden analizar de una manera más práctica y experimental con los transductores de presión ya que se ve a gran medida la diferencia en cada condición adoptada y como la presión puede alcanzar grandes picos y desacelerar a diferentes ritmos hasta llegar a una presión cero.
- En general, de los ensayos realizados se concluyó que la longitud mínima de instalación de la cámara de aire es de 25 cm a 30 cm ya que en el momento de generar cierres rápidos o lentos de la válvula, con esta longitud no se escucha en la tubería de PVC ni en la bobina de cobre el



golpe de ariete que se generó con las demás longitudes analizadas en las que en algunos casos se generaban de 2 a 3 golpes en el momento de descarga tanto en la bobina de cobre como en la tubería de PVC. Esta longitud mínima estimada, permite que la tubería no se fatigue ni se generen daños de las válvulas al accionarlas de manera inadecuada, dando una mayor durabilidad en las instalaciones de aparatos sanitarios. Se debe tener en cuenta que la instalación de cámaras de aire en aparatos sanitarios en edificaciones es de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, por lo tanto, no se realizaron ensayos con diámetros mayores a los que pueden ser instalados.

- Por recomendación de la investigación realizada por los estudiantes David Bohórquez y Camilo Velásquez, se instaló un cheque a la salida de la bomba para evitar que la onda llegará hasta ese punto y generara varios golpes al momento de la descarga, evidentemente el cheque disipó los golpes que llegaban a la bomba. En el caso del cierre de la válvula del transductor superior se escuchaba varios golpes en la bobina de cobre si se accionaba en un tiempo muy corto el cierre de la válvula.
- Se contempló la posibilidad de analizar los datos registrados mediante el Software de Allievi, en este caso como se tienen longitudes mínimas el software no es del todo funcional ya que está diseñado para analizar redes de acueductos, por lo tanto, se deben incrementar las longitudes de las cámaras de aire. Se desarrollaron las fórmulas de Allievi con los datos obtenidos sin ingresarlos al software.
- En cuanto a los aforos del caudal realizados, se observó que los valores son muy cercanos entre sí, se procedió a aforar con la válvula de la bomba totalmente abierta y se iba cerrando en cada ensayo realizado, con esto se pretendía registrar un caudal máximo para analizar correctamente los efectos del golpe de ariete ya que sería el ensayo más cercano a un caudal de un aparato sanitario en cuanto al caudal transportado.



FUENTES:

B, J. B. B. (2014). Juan bernardo botero b.

Bosa, Victor Alejandro, J. A. C. (2005). Diseño, construcción de un sistema para medir el golpe de ariete en el laboratorio. Universidad Católica de Colombia.

Edition, S. (n.d.). Open-Channel Flow.

EL GOLPE DE ARIETE EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. (2006). Universidad de San Carlos de Guatemala. Retrieved from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2611_C.pdf

El, T. (n.d.). El golpe de ariete 1., 1–19.

FORERO, D. C. B., & LEÓN, C. A. V. (2015). MONTAJE DE UN MODELO FÍSICO PARA LA PRUEBA DE LA INCIDENCIA DEL FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE EN DIVERSAS LONGITUDES DE TUBERÍA. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA. Retrieved from <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2943/4/Montaje-modelo-físico-prueba-golpe-de-ariete.pdf>

M. A. Monge. (2017). El aire en las tuberías: un problema que a veces es una solución. Retrieved from <https://www.hutech.es/single-post/2017/02/14/El-aire-en-las-tuber%25C3%25ADas-un-problema-que-a-veces-es-una-soluci%25C3%25B3n-l>

Pvc, P. (n.d.). Presión pvc.

RODOLFO SAENZ FORERO. (n.d.). HIDRÁULICA BÁSICA PARA INGENIEROS SANITARIOS.

Técnica, N. (2004). NTC 1500.

Twyman, J. A. (2003). Golpe de Ariete, (56 9), 1–7.

Universitat Politècnica de València. (n.d.). ALLIEVI. 10 razones para usar Allievi - Hidráulica. Retrieved from <http://www.allievi.net/razones-es.php>



PÉREZ CARMONA, Rafael. Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. 7 ed. Bogotá: Ecoe, 2015. 572 p.

SANG-GYUN, K., KYE-BOCK, L., y KYUNG-YUP, K.. Water hammer in the pump-rising pipeline system with an air chamber [en línea] 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.sciencedirect.com>>.

TWYMAN, John. Golpe de ariete en redes de tuberías [en línea] Santiago: TWYMAN Ingenieros]. Disponible en Internet: <URL: http://www.twyman.cl/TWYMAN_Golpe_de_Ariete_en_Red_de_Tuberias.pdf>.

JOE EVANS (2008), The Causes of Water Hammer (Part one), Pumps & systems. Disponible en Internet <URL: <http://www.pumpsandsystems.com/topics/pumps/pumps/causes-water-hammer-part-one>>.

CHAUDHRY M.H. (1987) – Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold Co., NY, USA.

TWYMAN J. (2009), Golpe de Ariete en Redes de Tuberías, TWYMAN Ingenieros Consultores MBA EIRL. Disponible en internet <URL: www.twyman.cl>

SAENZ FORERO, Rodolfo. (1984), HIDRÁULICA BÁSICA PARA INGENIEROS SANITARIOS. Organización mundial de la salud. República Peruana. Lima.

LISTA DE ANEXOS:

Anexo 1. Tablas de resultados ensayos de modelo físicoactualizado.